

ASPEK BIOLOGI REPRODUKSI DAN PERTUMBUHAN IKAN LEMURU
(*Sardinella longiceps* C.V.) DI PERAIRAN TELUK SIBOLGA
[Reproductive Biology and Growth of Sardine (*Sardinella longiceps* C.V.)
in Sibolga Bay]

Riama Verawaty Tampubolon, Sutrisno Sukimin, dan M. F. Rahardjo

Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

The aim of this study is to explain biology aspect of sardine (*Sardinella longiceps*) that is reproductive biology (sex ratio, gonad maturity, fecundity and spawning season) and growth (growth parameter, length-weight relationship and condition factor). The study was conducted in Sibolga bay during one month (August-September 1999). Sex ratio of sardine is balanced. The fish in condition immature most few than mature fish. Fecundity is between 28.973 – 93.573 eggs, with spawning season in July-August. Growth model $L_t = 317,6 \{1 - e^{-0,21(t-0,419)}\}$ with growth pattern is isometric. Condition factor of male and female fish is between 0,57 – 1,40 dan 0,53 – 1,46.

Key word: reproductive biology, growth, sardine.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan aspek biologi ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) yang meliputi biologi reproduksi (rasio kelamin, tingkat kematangan gonad, fekunditas dan musim pemijahan) dan aspek pertumbuhan (parameter pertumbuhan, hubungan panjang-berat dan faktor kondisi). Penelitian ini ikan lemuru dilakukan selama satu bulan (Agustus-September 1999) di perairan teluk Sibolga. Rasio kelamin ikan lemuru seimbang. Ikan yang belum matang gonad terdapat lebih sedikit di perairan dibandingkan dengan ikan yang telah matang gonad. Fekunditas ikan lemuru berkisar antara 28.973 – 93.573 butir, dengan musim pemijahan diduga pada bulan Juli-Agustus. Model persamaan pertumbuhan $L_t = 317,6 \{1 - e^{-0,21(t-0,419)}\}$ dengan pola pertumbuhan isometrik. Nilai faktor kondisi ikan jantan dan betina berkisar antara 0,57 – 1,40 dan 0,53 – 1,46.

Kata kunci: reproduksi, pertumbuhan, ikan lemuru.

PENDAHULUAN

Perairan Sibolga dengan luas sekitar 17,21 km² terletak di bagian pantai barat Sumatera yang berada antara 98°47'BT dan 1°44'LU mempunyai potensi perikanan yang cukup besar terutama dari sektor perikanan tangkap. Ikan lemuru (*Sardinella longiceps* C.V) yang termasuk kelompok ikan pelagis kecil merupakan sumberdaya hayati laut yang ekonomis penting. Produksi ikan lemuru di perairan Teluk Sibolga pada tahun 1997 mencapai 976,2 ton (Dinas Perikanan Dati II, Sibolga, 1999).

Sebagai ikan ekonomis penting dan sangat digemari masyarakat di daerah Sumatera khususnya, ikan lemuru merangsang nelayan untuk meningkatkan eksploitasinya. Peningkatan eksploitasi penangkapan ikan lemuru diduga dapat menyebabkan penurunan populasinya. Keberadaan ikan lemuru sebagai ikan pelagis kecil dan pemakan plankton, dalam ekosistem

tropis akan memengaruhi rantai makanan (tingkatan trofik) dalam ekosistem tersebut. Ikan lemuru merupakan sumber pakan bagi ikan predator (konsumen primer), sehingga apabila ikan menurun, maka diduga akan menyebabkan populasi ikan predator cenderung menurun. Oleh karenanya diperlukan upaya untuk memelihara kelestarian sumberdaya ikan lemuru agar potensinya dapat dimanfaatkan secara berkesinambungan dan menghindari pemanfaatan secara berlebihan melalui suatu pengelolaan yang didukung oleh informasi biologi reproduksi ikan tersebut.

Di perairan Sibolga hingga saat ini informasi tersebut belum tersedia. Informasi mengenai aspek biologi ikan lemuru diperoleh dari Burhanuddin *et al.* (1984) yang meneliti di Kepulauan Seribu, Ritterbush (1975) dan Merta (1992) di perairan Selat Bali, dan Mahrus (1995) di perairan Selat Alas. Penelitian ini

bertujuan untuk menjelaskan aspek biologi ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) yang meliputi biologi reproduksi (rasio kelamin, tingkat kematangan gonad, fekunditas dan musim pemijahan) dan aspek pertumbuhan (parameter pertumbuhan, hubungan panjang-berat dan faktor kondisi).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama satu bulan, dari 1 Agustus sampai dengan 2 September 1999 di Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Sibolga, Kabupaten Sibolga, Provinsi Sumatera Utara. Analisis biologi dilakukan di Laboratorium Bio Mikro I, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Pengambilan ikan contoh dilakukan sebanyak tiga kali dengan selang waktu pengamatan 7 – 10 hari. Setiap pengamatan diambil 100 ekor dari tumpukan-tumpukan ikan yang didaratkan di PPI. Ikan-ikan contoh yang diukur panjang dan ditimbang beratnya diambil, kemudian dibedah untuk melihat jenis kelamin ikan. Rasio kelamin ditentukan dengan melihat perbandingan frekuensi ikan jantan dan betina. Untuk menguji keseimbangan rasio kelamin digunakan Uji Kebaikan Suai (Walpole, 1995).

Data ukuran panjang ikan lemuru dikelompokkan kedalam kelas-kelas panjang. Data frekuensi panjang tersebut dianalisis dengan metode Bhattacharya, sehingga didapatkan garis pertumbuhan yang menggambarkan kelompok ukuran dan menduga umur ikan.

Penentuan tingkat kematangan gonad (TKG) dilakukan berdasarkan metode Cassie yang telah dimodifikasi (Effendie, 1997). Gonad ikan betina yang mempunyai TKG III dan IV diawetkan dalam larutan formalin 5 %, untuk dihitung fekunditasnya dan diukur diameter telurnya. Fekunditas dihitung dengan metode gabungan gravimetrik dan volumetrik sebagai berikut:

$$F = \frac{G}{Q} \times X$$

- F = Fekunditas (butir)
G = Berat gonad (gram)
Q = Berat telur contoh (gram)
X = Jumlah telur contoh (butir)

Pendugaan ukuran rata-rata ikan pertama kali matang gonad menggunakan dua kriteria kematangan gonad yaitu kelompok belum matang gonad (TKG I dan II) dan kelompok matang gonad (TKG III, IV dan V). Metode yang digunakan yaitu metode Spearman-Kärber (Udupa dalam Herianti dan Subani, 1993).

Indeks kematangan gonad (IKG) dihitung dengan rumus:

$$IKG = \frac{BG}{BT} \times 100\%$$

- BG = Berat gonad (gram)
BT = Berat tubuh (gram)

Menduga panjang ikan waktu tertentu dipergunakan persamaan pertumbuhan Von-Bertalanffy (Sparre et al., 1992):

$$L_t = L_{\infty} \{1 - e^{-K(t-t_0)}\}$$

- L_t = panjang ikan pada saat umur t (mm)
 L_{∞} = panjang ikan infiniti (mm)
K = koefisien pertumbuhan/bulan
 t_0 = umur ikan teoritis pada panjang 0 mm

Nilai t_0 dihitung dengan rumus empirik dari Pauly (1983):

$$\log(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \log L_{\infty} - 1,038 \log K$$

Hubungan panjang berat dinyatakan dengan rumus:

$$W = a L^b$$

- W = bobot ikan (gram)
L = panjang ikan (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 276 ekor ikan lemuru contoh, diperoleh kisaran panjang totalnya antara 150 – 240 mm. Berdasarkan analisis pengelompokan distribusi ukuran panjang dengan menggunakan metode Bhattacharya didapat tiga kelompok ukuran (Tabel 1).

Berdasarkan ketiga nilai modus kelompok ukuran panjang ikan lemuru yang diperoleh selama pengamatan dan dianalisis dengan metode Bhattacharya yang dilanjutkan dengan metode Gulland – Holt Plot, diperoleh persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy:

$$L_t = 317,6 \{1 - e^{-0,21(t-0,419)}\}$$

Dari persamaan di atas diduga bahwa umur ikan lemuru yang didaratkan di PPI Sibolga selama periode

Tabel 1. Panjang rata-rata dan persentase setiap kelompok ukuran ikan lemuru (*S. longiceps*).

Kelompok Ukuran	Panjang Rata-rata (mm)	Jumlah ikan (ekor)	Persentase (%)
I	181,74	44	15,94
II	207,45	133	45,19
III	228,26	99	35,87

Tabel 2. Rasio kelamin ikan lemuru (*S. longiceps*) jantan dan betina tiap kelompok ukuran.

Kelompok Ukuran	Jantan (ekor)	Betina (ekor)	Rasio Kelamin
I	21	23	1 : 1,1
II	68	65	1,1 : 1
III	33	66	1 : 2

penelitian berkisar antara 3,6 – 5,5 bulan dan mencapai panjang maksimum pada umur 47 bulan. Panjang infinity L_{∞} sebesar 317,6 mm merupakan ukuran panjang maksimum yang mungkin dapat dicapai ikan di daerah penangkapan dan koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,21/bulan.

Apabila dibandingkan penelitian Merta (1992) di perairan Selat Bali terhadap spesies yang sama diperoleh nilai L_{∞} sebesar 238 mm dan K sebesar 0,50/bulan terdapat perbedaan. Pertumbuhan ikan lemuru di perairan Sibolga lebih lambat daripada ikan lemuru di perairan Selat Bali. Dari aspek oseanografi, di perairan Selat Bali arus lebih lambat dari pada perairan Sibolga, sehingga memengaruhi keberadaan plankton sebagai makanan ikan lemuru yang selanjutnya akan memengaruhi pertumbuhannya.

Jumlah ikan lemuru terdiri atas 122 ekor ikan jantan dan 154 ekor ikan betina. Dengan uji Khi-kuadrat komposisi jumlah jantan dan betina secara keseluruhan menunjukkan rasio kelamin yang seimbang yaitu 1 : 1. Berdasarkan kelompok ukuran distribusi panjang perbandingan rasio kelamin pada tiap kelompok ukuran cenderung berbeda (Tabel 2). Pada kelompok ukuran ke-1 dan ke-2 rasio kelamin cenderung mengikuti pola 1 : 1; sedangkan pada kelompok ukuran ke-3 rasio kelamin tidak seimbang. Sedikitnya jumlah jantan diduga disebabkan umur ikan

jantan telah memasuki penuaan dan lebih cepat mati. Rasio kelamin yang seimbang juga ditemukan oleh Burhanuddin *et al.* (1984) pada *S. sirm* di Pulau Panggang; Ritterbush (1975) di perairan Selat Bali; dan Mahrus (1995) di perairan Selat Alas.

Dari hasil pengamatan terhadap kematangan gonad ikan lemuru, diperoleh komposisi ikan yang belum matang gonad (TKG I dan II) dengan persentase masing-masing sebesar 20,23 % ikan jantan dan 23,60% ikan betina; sedangkan pada ikan yang telah matang gonad (TKG III dan IV) diperoleh masing-masing sebesar 79,8 % ikan jantan dan 76,41 % ikan betina.

Berdasarkan tingkat kematangan gonad, rasio kelamin ikan jantan dan ikan betina yang belum matang gonad berbanding antara 1 : 1,4. Hal ini berarti ikan jantan lebih sedikit daripada ikan betina, sebaliknya pada ikan yang sudah matang gonad 1 : 1,01. Kondisi ini sesuai dengan rasio kelamin ikan lemuru yang tertangkap selama periode Agustus 1989 – Juli 1990 di Selat Bali, didapat ikan betina sedikit lebih banyak daripada jantan (Merta, 1992). Ritterbush (1975) mendapatkan rasio kelamin ikan lemuru di Selat Bali 1 : 1.

Berdasarkan kematangan gonad selama periode penelitian (Agustus – September) diperoleh ikan-ikan yang belum matang gonad (TKG I dan II) lebih sedikit daripada ikan-ikan yang sudah matang

gonad (TKG III, IV dan V), sehingga ikan lemuru di perairan Sibolga pada saat ini telah memijah dan diduga memijah pada bulan Juli – Agustus. Sedangkan ikan-ikan yang dijumpai pada TKG I dan II pada kelompok ukuran I dan II bukanlah ikan yang belum dewasa, tetapi diduga ikan-ikan tersebut berasal dari kelompok pemijah pengulang yang baru melewati salah satu daur reproduksinya.

Penelitian Dwiponggo (1972) dan Ritterbush (1975) memperkirakan di Selat Bali ikan lemuru memijah pada bulan Mei – Agustus dengan puncaknya Juni – Juli, hal ini bersamaan dengan di India (Horneln dan Nayudu, 1924 dalam Bal dan Rao, 1984). Menurut Burhanuddin et al. (1984), musim pemijahan ikan lemuru biasanya bersamaan dengan tingginya produktivitas perairan karena air naik (*upwelling*) yang terjadi pada musim Timur dan diperkirakan tempat pemijahannya dekat pantai atau perairan yang agak dalam (Dwiponggo, 1972). Nair (1959) dalam Dwiponggo (1982) menyatakan bahwa musim Barat Daya adalah faktor terpenting yang mempengaruhi ikan lemuru dewasa untuk berpijah di perairan pantai. Ikan dewasa dan kecil berupaya ke arah pantai mencari makanan yang terdapat dalam jumlah besar pada musim Barat Daya.

Kisaran IKG ikan lemuru jantan adalah antara 0,17 – 5,55 % sedangkan ikan lemuru betina adalah antara 0,18 – 5,79 %. Nilai IKG rata-rata tertinggi berdasarkan selang panjang pada ikan jantan dan ikan betina adalah 3,51 % dan 4,35 % pada selang panjang 204 – 209 mm dan 216 – 221 mm. Nilai IKG rata-rata terendah pada ikan jantan dan ikan betina adalah 0,20 % dan 0,93 % pada selang panjang 150 – 155 mm.

Nilai IKG rata-rata ikan jantan lebih rendah dibanding pada ikan betina, ini didukung Mahrus (1995) dalam penelitiannya bulan Februari – Juni di Selat Alas. Nilai IKG bertambah besar sesuai dengan perkembangan gonad (TKG). IKG yang paling besar diperoleh pada bulan Juni sebesar 10,42 gram pada TKG IV, ini diduga karena musim Timur berlangsung.

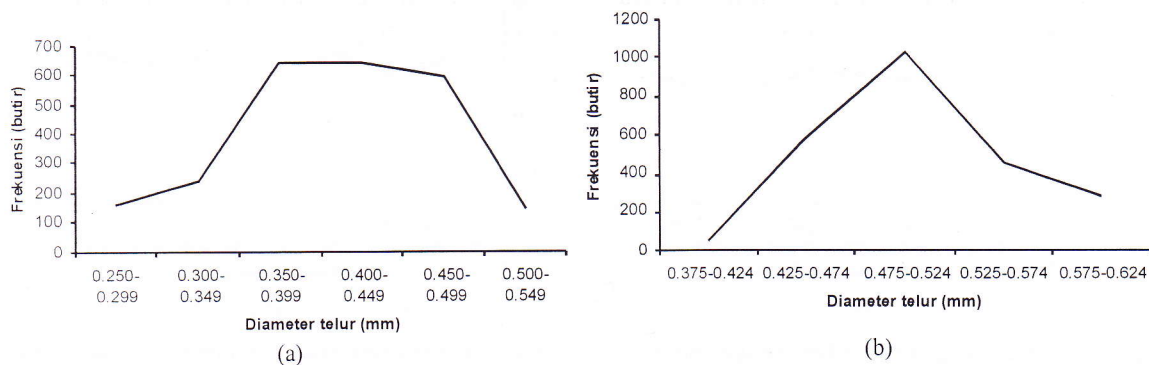
Ikan lemuru pada saat pertama kali matang gonad (L_m) di perairan Sibolga didapatkan pada ukuran panjang total sekitar 99 mm, ketika berumur satu tahun. Ini berarti ikan lemuru yang diperoleh selama

penelitian ini sudah matang kelamin. Hal ini sesuai dengan penelitian Raja (1969) yang menunjukkan bahwa *S. longiceps* di India mencapai ukuran pertama kali matang gonad pada panjang 150 mm ketika berumur satu tahun dan di Perairan Utara Rembang didapat pertama kali matang gonad *S. gibbosa* ikan jantan 131 mm dan ikan betina 135 mm (Krissunari dan Hariati, 1994).

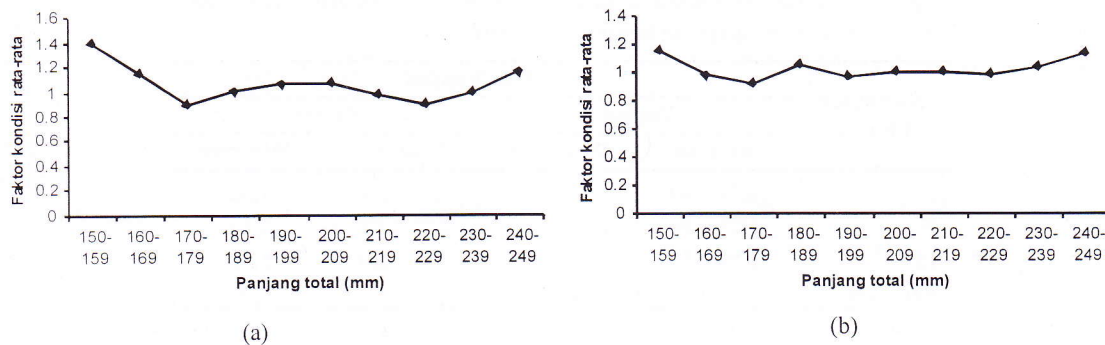
Dari 45 gonad ikan betina pada TKG III dan IV, diperoleh fekunditas berkisar antara 28.973 – 93.573 butir dengan rata-rata 60.680 butir. Ikan lemuru termasuk mengeluarkan telur dalam jumlah yang besar, sehingga untuk potensi reproduksi atau kelanjutan spesiesnya baik, dan umumnya ikan yang fekunditasnya besar memijah di daerah dekat permukaan tanpa perlindungan terhadap keturunannya (Nikolsky, 1963). Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan Merta (1992) yaitu setiap contoh ovarium ikan lemuru di Selat Bali mengandung telur 25.000 – 45.000 butir, jumlah ini mirip dengan yang didapatkan Nair (1959) maupun Chidambaran (1950) di India.

Hubungan fekunditas dengan panjang total dinyatakan dalam persamaan : $F = 10,069 L^{1,623}$, namun ternyata menunjukkan hubungan korelasi yang kecil ($r = 0,396$). Hal ini diduga model yang digunakan belum dapat menjelaskan fekunditas dengan panjang, sehingga diperlukan model lain karena terdapat variasi fekunditas pada panjang yang sama.

Frekuensi pemijahan dapat diduga dari penyebaran diameter telur pada gonad yang matang, yaitu dengan melihat modus penyebarannya. Gonad ikan betina yang diamati diameter telurnya yang berjumlah 33 buah yang terdiri dari 16 gonad pada TKG III dan 17 gonad pada TKG IV. Hasil pengamatan diameter telur baik pada TKG III maupun TKG IV menunjukkan adanya satu puncak ukuran masing-masing berturut-turut berkisar antara 0,350 – 0,399 mm dan 0,500 – 0,549 mm (Gambar 1). Menurut Dwiponggo (1982) bahwa diameter telur ikan lemuru yang benar-benar matang gonad dan siap dipijahkan adalah berkisar 0,55 – 0,88 mm. Sama halnya dengan diameter telur yang diperoleh yang diperoleh pada telur-telur dari gonad TKG IV yang diamati pada penelitian ini.



Gambar 1. Sebaran diameter telur pada tingkat kematangan gonad ikan lemuru (*S. longiceps*) di perairan Sibolga (a) TKG III, (b) TKG IV.



Gambar 2. Hubungan panjang total dengan faktor kondisi rata-rata ikan lemuru (*S. longiceps*) (a) jantan, (b) betina.

Berdasarkan keseragaman ukuran dan modus penyebaran diameter telur diduga ikan lemuru termasuk kelompok *total spawner* artinya ikan lemuru melepaskan telurnya sekaligus dalam jangka waktu yang singkat, pada satu masa pemijahan. Hal ini sesuai dengan yang diperoleh pada ikan *S. gibbosa* oleh Atmadja dan Sadhotomo (1993) di Laut Jawa, sama halnya dengan Mahrus (1995) yang meneliti ikan lemuru dari perairan Selat Alas.

Hubungan panjang berat

Hubungan panjang berat ikan lemuru jantan dan betina dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\text{Jantan : } W = 6,76 \cdot 10^{-5} L^{2,629} (r = 0,762)$$

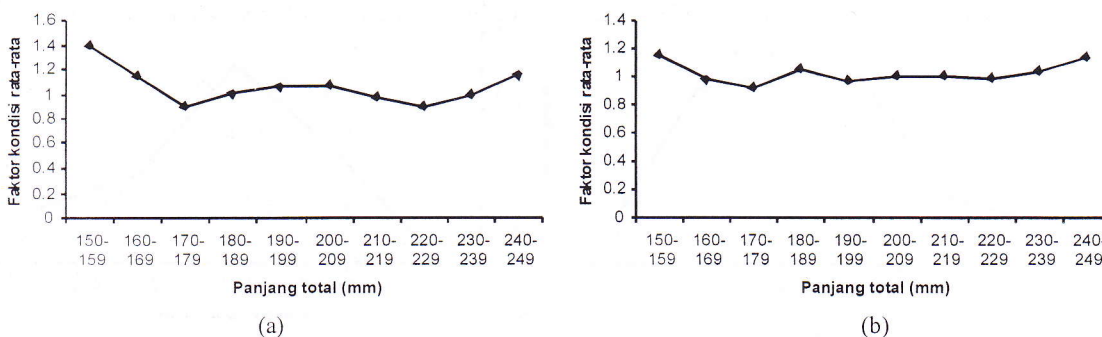
$$\text{Betina : } W = 2,72 \cdot 10^{-5} L^{2,762} (r = 0,860)$$

Pertumbuhan ikan lemuru (*S. longiceps*) di perairan Selat Alas (Mahrus, 1995) adalah allometrik positif ($b > 3$) artinya penambahan berat lebih cepat daripada penambahan panjangnya. Demikian pula

hasil penelitian serupa oleh Bal dan Rao (1984) di India didapat pola pertumbuhan allometrik positif dan di Teluk Aden oleh Edwards dan Shaker (1987) dalam Mahrus (1995) diperoleh nilai b yang lebih besar dari 3. Ditemukannya nilai b yang tinggi karena adanya proses penaikan massa air (*upwelling*) dimana bahan makanan naik ke permukaan dan berlimpah sehingga ikan lemuru menjadi lebih gemuk dan bertambah berat. Sedangkan di perairan Selat Bali oleh Merta, (1992) diperoleh nilai b berkisar antara 2,5 – 3,5.

Faktor kondisi

Berdasarkan ukuran panjang total, nilai faktor kondisi rata-rata ikan jantan dan betina adalah 1,06 dan 1,03; nilai faktor kondisi ini tidak menunjukkan adanya hubungan yang jelas (Gambar 2). Hal ini disebabkan oleh perbedaan umur, TKG, kondisi lingkungan serta ketersediaan makanan di perairan



Gambar 3. Hubungan tingkat kematangan gonad dengan faktor kondisi rata-rata ikan lemuru (*S. longiceps*) (a) jantan, (b) betina.

Tabel 3. Nilai rata-rata faktor kondisi ikan lemuru (*S. lemuru*) jantan dan betina berdasarkan kelompok ukuran.

Kelompok Ukuran	Faktor Kondisi			
	Jantan		Betina	
	Kisaran	Rata-rata	Kisaran	Rata-rata
I	0,75-1,40	1,10	0,82-1,44	1,02
II	0,63-1,41	1,09	0,73-1,63	1,15
III	0,56-1,31	1,00	0,79-1,30	1,03
Rata-rata		1,06		1,07

tersebut. Merta (1992) menyatakan ikan lemuru yang tertangkap dari perairan Selat Bali pada bulan September – Maret kondisi ikan gemuk sedangkan pada bulan-bulan lainnya ideal atau kurus. Selain hal di atas variasi nilai faktor kondisi sangat dipengaruhi oleh jenis kelamin dan tingkat kematangan gonad (TKG).

Berdasarkan tingkat kematangan gonad nilai faktor kondisi rata-rata ikan lemuru jantan dan betina adalah 0,94 dan 1,07. Nilai faktor kondisi ini menunjukkan adanya hubungan yaitu nilai faktor kondisi meningkat seiring dengan perkembangan tingkat kematangan gonad ikan dan menurun pada TKG V, ketika ikan telah memijah (Gambar 3). Demikian halnya dengan kelompok ukuran, faktor kondisi rata-rata ikan lemuru jantan (1,06) lebih kecil daripada ikan betina (1,07) (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan Nikolsky (1969) yang menyatakan bahwa berat gonad ikan betina lebih besar daripada ikan jantan. Dari hal di atas dapat dikatakan bahwa ikan lemuru betina agak gemuk daripada ikan jantan. Hal ini sesuai dengan

ditunjukkan oleh angka dari faktor kondisi rata-rata berdasarkan TKG dan kelompok ukuran.

KESIMPULAN

Panjang total ikan lemuru berkisar 150 – 240 mm dengan tiga kelompok ukuran yang menggambarkan adanya variasi ukuran yang tertangkap.

Rasio kelamin secara total adalah seimbang, dan berdasarkan kelompok ukuran panjang, kelompok ukuran I dan II menunjukkan seimbang, sedangkan kelompok ukuran III tidak seimbang.

Dari kondisi ini ikan lemuru diperkirakan memijah pada bulan Juli - Agustus dekat daerah penangkapan. Pertama kali matang gonad ikan lemuru pada ukuran panjang total 99 mm. Ikan jantan mengalami proses pematangan gonad lebih awal daripada ikan betina.

IKG meningkat sejalan perkembangan gonadnya dan menurun kembali setelah ikan memijah.

Ikan lemuru tergolong ikan yang mempunyai fekunditas besar. Ikan lemuru diduga memijah satu kali dalam setiap masa pemijahan dan melepaskan telurnya sekaligus dalam waktu yang relatif singkat (*total spawner*).

Umur ikan lemuru pada saat pengamatan berkisar antara 3,6 – 5,5 bulan dan mencapai panjang maksimum (317,6 mm) pada umur 47 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmadja, S.B dan B. Sadhotomo. 1993. Beberapa Catatan tentang Fekunditas Relatif Ikan Japuh (*Dussumieria acuta*) dan Ikan Tanjan (*Sardinella gibbosa*) di Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* (73): 97-102.
- Burhanuddin, M. Hutomo, S. Martosewoyo, dan A. Djamali. 1984. Beberapa Aspek Biologi Ikan Lemuru, *S. sirm* di perairan Panggang. *Prosiding Seminar Perikanan Lemuru*, Banyuwangi, 18-21 Januari 1982. Lemabaga Oseanologi Nasional-LIPI, Jakarta. Jakarta. 312 hal.
- Dinas Perikanan Dati II, Sibolga. 1999. *Laporan Tahunan Perikanan Daerah Tingkat II Sibolga*. Sibolga. 15 hal.
- Dwiponggo, A. 1972. Perikanan dan Penelitian Pendahuluan Kecepatan Pertumbuhan Lemuru (*S. lemuru*) di perairan Muncar, Selat Bali. *Laporan Penelitian Perikanan Laut* (72):117-144.
- . 1982. Beberapa Aspek Biologi Ikan Lemuru, *Sardinella* sp. *Prosiding Seminar Perikanan Lemuru*. Banyuwangi, 18 – 21 Januari 1982. Buku II. Puslitbangkan. Jakarta: 75-88.
- Effendie, M. I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta. 162 p.
- Herianti, I dan W. Subani, 1993. Pendugaan Ukuran Pertama kali Matang Gonad Beberapa Jenis Ikan Demersal di Perairan Utara Laut Jawa. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* (78): 46-58.
- Krissunari, D. dan T. Hariati. 1994. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad Ikan Pelagis Kecil di Perairan Utara Jawa, Rembang. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* (85):48-53.
- Mahrus. 1995. Studi tentang Reproduksi Ikan Lemuru (*S. lemuru* Bleekeri, 1853) di Perairan Selat Alas, Nusa Tenggara Barat. *Tesis*. Program Pascasarjana, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Merta, I.G.S. 1992. Dinamika Populasi Ikan Lemuru *S. Lemuru* Bleekeri, 1853 (Pisces: Clupeidae) di Perairan Selat Bali dan Alternatif Pengelolaan. *Disertasi*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak dipublikasikan)
- Pauly, D. 1983. Some Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks. *FAO Fisheries Technical Paper* (254): 52 p.
- Ritterbush, S.W. 1975. An Assessment of the Population Biology of the Bali Strait Lemuru Fishery. *Laporan Penelitian Perikanan Laut* I(5): 51-75.
- Sparre, P.E. dan S.C. Venema. 1992. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part I. *Manual FAO Fisheries Technical Paper* No. 306/1. 376 p.
- Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika*. Edisi Ketiga. Terjemahan oleh Sumantri, B. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 515 hal..